Aus dem Physiologisch-Chemischen Laboratorium
der Universität München
Vorstand: Professor Dr. A. Hahn

Fettbildung aus Eiweiß

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Anneliese Schwalb
aus Hettenleidelheim

1939

Buchdruckerei J. Hübner, Herrnsheim-Worms

Benützte Literatur:

1 Atkinson, H. V., D. Rapport u. G. Lusk: J. of biol. Chem. 53. 155, 156, 157 (1922).

2 Bethel, Embden . . . .: Handb. d. Physiol., Bd. 5, 608, 609.

3 Cremer, M.: Münch. med. Wschr. 1897, Nr. 29.

4 Cremer, M.: Z. Biol. 38, 312, 313, 314 (1899).

5 Gruber, M.: Z. Biol. 42, 409, 410 (1901).

6 Hoffmann, F. R.: Z. Biol. 8, 158 (1872).

7 Hoffmann, F. R.: Z. Biol. 8, 159, 165 (1872).

8 Kemmerich, Centralblatt f. d. med. Wiss. 1866 Nr. 30.

9 Kuczynski (Berlin): Ber. über d. ges. Physiol. 1923 Bd. 16, 236.

10 Lusk, G.: The Elements of Science of Nutrition 3rd Edition pag. 233 (1923).

11 Pettenkofer u. Voit: Z. Biol. 7, 483 (1871).

12 Pettenkofer u. Voit: Z. Biol. 7, 488 (1871).

13 Pflüger, E.: Pflügers Arch. 51, 247, 248 (1892).

14 Pflüger, E.: Pflügers Arch. 51, 270, 271 (1892).

15 Pflüger, E.: Pflügers Arch. 51, 279 (1892).

16 Pflüger, E.: Pflügers Arch. 77, 524 (1899).

17 Voit: Hermanns Handb. d. Physiol. 6, 1; 249, 250, 251 (1881).

18 Voit, E.: Münch. med. Wschr. 1892, Nr. 26, pag. 461.

19 Weinland, E.: Z. Biol. 51, 203 (1908).

20 Weinland, E.: Z. Biol. 51, 204 (1908).

21 Williams, H. B., J. A. Riche u. G. Lusk: J. of biol. Chem. 12, 359 (1912).

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Fettbildung aus Eiweiß.

Es ist nachgewiesen, daß beim Diabetiker Glukose aus Eiweiß entsteht. Ebenso steht fest, daß Glukose aus Fett entsteht. Warum sollte da nicht aus Eiweiß über die Glukose Fett gebildet werden! Wenn ein kranker Organismus die Fähigkeit hat, Glukose aus Eiweiß zu bilden, dann erst recht ein gesunder. Nur forscht man bei einem Gesunden nicht darnach, weil er die Kohlehydrate (KH) weiter abbaut.

Die Schwierigkeit, nachzuweisen, daß aus Eiweiß über die KH Fett gebildet wird, liegt darin, daß es im Verhältnis zur Gesamtnahrung eine zu kleine Menge Eiweiß (10%) der Gesamtkalorienmenge ist, die der menschliche Organismus aufnimmt.

Die ersten Versuche über Fettbildung aus Eiweiß reichen bis in das Jahr 1861 zurück. Sie wurden von Pettenkofer und Voit unternommen. Diese beiden Münchner Forscher führten das im Körper abgelagerte Fett in erster Linie auf das Nahrungseiweiß zurück. Voit [17] schreibt, daß der erste Nachweis des Überganges von Eiweiß in Fett im Tierleibe unter normalen Verhältnissen von Pettenkofer und ihm geführt worden sei. Von ihren vielen Bilanzversuchen am Hunde bezeichnet Voit die Versuche Nr. 1 und 11 als die beweisenden.

Versuch 1: (19. Febr. 1861) Am 5. Tage der Fütterung mit 1800 g Fleisch.

		N	C
Ein:	Im Fleisch:	61,20	225,4
Aus:	im Harn:	59,1	35,6
	im Kot:	0,6	4,3
	in Haut u. Lungen:	—	179,0
		59,7	218,9
Differenz:		+1,5	+6,5 C=1,4 Fett.

Versuch 11: (3. April 1861) [12] Am 2. Tage der Fütterung mit 2500 g Fleisch.

		N	C
Ein:	Im Fleisch:	85,0	313,0
Aus:	im Harn:	84,4	50,8
	im Kot:	1.0	6,7
	in Haut u. Lungen:	—	213.6
		85,4	271,1
Differenz:		— 0,4	+41,9 C=56,7 Fett.

Voit will zeigen, daß bei reichlichster Zufuhr von Eiweiß zwar der ganze N, aber nicht der ganze C des Eiweißes in den Ausscheidungen wieder erscheint.

Er schreibt: [17] »Es bleibt keine andere Möglichkeit, als zu schließen, daß sich bei dem Zerfall des Eiweißes der N in N-haltigen Ausscheidungsprodukten abgetrennt hat, aber nicht alle dabei übriggebliebene stickstoffreie, an C-reiche Substanz zu Kohlensäure und Wasser verbrannt ist, sondern ein Teil im Körper zurückgehalten worden ist. Da es nun keinen anderen Stoff gibt, in welchem eine so große Menge von C angesetzt werden kann als das Fett, so haben wir angenommen, es wäre aus dem Eiweiß Fett entstanden und dieses nicht weiter zerlegt worden.«

1892 wies aber Pflüger nach, daß Pettenkoffer und Voit »das Verhältnis N:C im Eiweiß-Molekül zu niedrig angesetzt hatten und daß dadurch eine C-Retention nur vorgetäuscht war.« [2] Voit hatte den falschen Fleischquotienten 3,68 gebraucht, Pflüger [16] benutzt den von ihm berechneten: 3,2.

Versuch 1. [13]

1800 gr. Fleisch =	61,2 N	200,6 C
Im Harn	59,1 N	39,6 C
im Kot	0,6 N	4,3 C
	59,7 N =	195,6 C in zersetztem Fleisch.
656,2 CO_2 =		179,0 C
		— 222,9 C
		+ 195,6 C
		— 27,3 C = 35,8 Fett.

Nach Pflüger hat der Hund außer Eiweiß noch 35,8 Fett zersetzt, während er nach Voit 1,4 Fett »aus Fleisch angesetzt« hat.

Versuch 11. [13]

2500 gr. Fleisch =	85,0 N	278,6 C
im Harn	84,4 N	56,6 C
im Kot	1,0 N	6,7 C
	85,4 N =	279,9 C in zersetztem Fleisch.
783,3 CO_2 =		213,6 C
		— 276,9 C
		+ 279,9 C
		+ 3,0 C = 3,93 Fett.

Nach Voit sind bei diesem Versuch nicht 3,93 Fett, sondern 56,7 Fett »aus Fleisch angesetzt« worden.

Diese Rechnung Pflügers hat ja allerdings auch im Sinne einer Fettbildung aus Eiweiß entschieden. »Der Wert von 3,93 Fett liegt aber bei diesen Versuchen ganz in den Beobachtungsfehlern.« [13]

Ssubotin [17] hat 1866 durch Versuche an einer Hündin festgestellt, daß bei reiner Fleischfütterung am meisten Milch mit dem höchstprozentigen Gehalt an Fett abgesondert wird. Eine Zutat von Fetten zur Fleischnahrung verringert dagegen bei der Hündin den Fettgehalt in 24 — 48 Stunden bedeutend.

Aus dieser Vermehrung des Fettes bei Fleischfütterung schloß

Ssubotin, daß in der Milchdrüse Fett sich aus Albuminaten bildet.

Kemmerich [17], der gleichzeitig mit Ssubotin in Pflügers Laboratorium experimentierte, kam ebenfalls durch Versuche an einer Hündin zu dem Schluß, daß die Butter der Milch einzig aus Spaltungsprodukten der Albuminatreihe herstamme. Er führte einen genauen Versuch an einer Hündin während 22 Tagen durch, in dem er die Quantität des in der Milch ausgeschiedenen Fettes bei möglichstem Ausschluß des Fettes und der KH in der Nahrung, welche aus ausgekochtem Pferdefleisch bestand, bestimmte: In der Milch befand sich mehr Fett, als in dem Futter aufgenommen worden war, und zwar betrug der Überschuß an Fett in ersterer tgl. 6,2 Gramm. In den 22 Versuchstagen betrug die Fetteinfuhr 350,6 gr., die Ausfuhr 486,6 gr., es ergab sich also eine Differenz von 136 gr. [8]

Dagegen, daß die Butter von den Anhäufungen der Fette im Tierkörper herstamme, spricht, daß das Gewicht des Hundes während der verhältnismäßig kurzen Zeit von 3 Wochen um etwa 1 kg zunahm.

Der Gedanke, Fette zu füttern, die in dem Körper der Tiere nicht vorkommen, stammt von W. Kühne. Auf dessen Veranlassung hat Radziejewski 1867 seine Versuche gemacht. Er fand bei einem Versuch am Hunde [17], daß nach Fütterung mit Fleisch und Rüböl oder Rübölseifen in dem Tiere viel Fett, aber ohne Erucasäure im Körper zur Ablagerung gelangte, was entschieden für die Fettbildung aus Eiweiß sprach.

F. Hoffmann [6] hält es allerdings für Fett, das noch von früheren Vorräten stammte.

Ssubotin [17] wiederholte die Versuche von Radziejewski, aber in einer exakteren Form. Er fütterte Hunde, die durch längeres Hungern abgemagert waren, mit reinem Fleisch und Palmöl ohne Stearin oder mit Fleisch und einer Seife ohne Ölsäure und fand darnach im Fettgewebe des gemästeten Tieres im ersten Falle nichtsdestoweniger beträchtliche Mengen von Stearin, im zweiten den normalen Gehalt an Oleïn. Das

Stearin und Oleïn konnte nach Voit [17] nur aus dem Eiweiß hervorgegangen sein, während Pflüger [14] schreibt, daß es aber durchaus abgelagertes Nahrungsfett darstellen konnte, das noch von früheren Vorräten stammte.

Gewissermaßen eine Bestätigung von Radziejewski im Sinne Pflügers liefert die Untersuchung von A. Lebedeff: [14] »Er fütterte einen Hund mit Fleisch und Leinöl. Das in diesem vorkommende Glyzerid der Leinölsäure ist in den tierischen Fetten nicht enthalten. Lebedeff meldet, daß die Analyse des Leberfetts bei diesem Hunde ergeben habe 23 % feste Fettsäuren, die übrigen 67 % bestanden aus 1/5 Ölsäure und 4/5 Leinölsäure. — »Wenn also sogar fremde Fette im tierischen Körper zur wahrscheinlich nur vorübergehenden Ablagerung gelangen können, so ist kein Grund vorhanden, daran zu zweifeln, daß das in den Organen der Tiere enthaltene Fett zum Teil abgelagertes Nahrungsfett darstellt.«

Gruber und Cremer versuchten die Einwände Pflügers bezgl. der Versuche von Pettenkofer und Voit durch Fütterungsversuche an Hunden und Katzen zu entkräften. [2]

Gruber [5] schreibt, »daß die Spaltung des Eiweißmoleküls, welche schließlich zur Ausscheidung seines N im Harn und Kot führt, mit seiner vollständigen Oxydation keineswegs identisch ist. Bei der Abspaltung der N-haltigen Atomgruppen (Ammoniak) entstehen N-freie Verbindungen, welche vielleicht, wenn der Organismus ihrer bedarf, alsbald verbrannt werden, welche aber keineswegs sofort verbrannt werden müssen. Daß sich dies bei reichlicher Eiweißfütterung so verhält, ist seit langem bekannt. Haben doch schon Pettenkofer und Voit entdeckt, daß zwar der ganze N des zersetzten Eiweißes in den Excreten erscheint, sobald das sog. N-Gleichgewicht von einer gewissen Höhe der Eiweißzufuhr an eingetreten ist, aber nicht sein gesamter C. Man weiß, daß diese Tatsache eines der wichtigsten Beweisstücke für die Bildung von Fett aus Eiweiß im Tierkörper ist.«

Zwei Versuchsreihen von Gruber, »welche wohl als ganz unzweideutige Bestätigungen der Fettbildung aus Eiweiß anzusehen sein dürften:«

Tabelle I.

Versuchstag 1882	Futter	Stickstoff-Ausscheidung im Harn	im Kot	gesamt	ausgeatmete CO_2
					I. Versuchs-
19. V.	Fleisch 1500 gr.	41,20	0,67	41,87	367,6
20. V.	„ „	47,57	—	48,24	383,1
21. V.	„ „	45,67	—	46,34	391,5
22. V.	„ „	—	—	—	—
23. V.	„ „	48,31	—	48,98	—
24. V.	„ „	50,38	—	51,05	411,8
25. V.	„ „	49,55	—	50,22	397,8
					II. Versuchs-
23. VI.	Fleisch 1500 gr. + 500 ccm Wasser	49,18	0,69	49,87	408,2
24. VI.	„ „	49,42	—	50,11	392,0
25. VI.	„ „	50,11	—	50,80	406,7
26. VI.	„ „	51,77	—	52,46	—
27. VI.	„ „	51,71	—	52,40	—
28. VI.	„ „	51,04	—	51,73	407,7
29. VI.	„ „	51,41	—	52,10	409,6
30. VI.	„ „	51,56	—	52,25	—

Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, wurden in der ersten Versuchsreihe am 19. Mai 5,27 gr. C zurückgehalten, am 20., 21., 24. und 25. Mai im Mittel 18,18, also in den 7 Tagen vom 19.-25. Mai einschließlich zusammen 113,9 gr. C. In der zweiten Versuchsreihe blieben von dem C des zersetzten Eiweißes am 23. Juni 17,63 gr. im Körper zurück und an den 4 Versuchstagen des 24., 25., 28. und 29. Juni im Mittel 22,28 gr. tgl., sodaß also während der ganzen Versuchszeit vom 23. bis einschließlich 30. Juni (8 Tage) zusammen, um 195,9 gr. C weniger ausgeschieden wurden als in dem zersetzten Fleischeiweiß vorhanden war. Diese C-Mengen würden 256,3 bezw. 441,0 gr. Glykogen entsprechen, viel größeren Mengen also als jemals im Hundekörper angetroffen worden sind. Ein großer Teil des zurückgehaltenen C muß also in Form von Fett abgelagert worden sein.

Cremer[3] berichtet uns über Fettbildung aus Eiweiß bei der Katze: »Pettenkofer und Voit hatten aus ihren berühmten Untersuchungen am Hunde, die sie vor nunmehr über 30 Jahren mit Hilfe des Respirationsapparates anstellten, unter anderem den Schluß gezogen, daß aus dem zerfallenden Eiweiß im

Hündin T.

Kohlenstoff-Ausscheidung im Harn Nxo, 61	im Kot Nx 6,7	in der Atmung $\frac{CO_2 \times 3}{11}$	im Gesamten	C in dem zersetzten Eiweiß N mal 3,28	Eiweiß-C im Körper zurückgehalten
reihe					
25,13	4,48	100,26	129,97	135,14	5,17
29,02	—	104,48	137,98	156,03	18,05
27,86	—	106,77	139,11	152,00	12,89
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
30,73	—	112,31	147,52	167,44	19,92
30,22	—	108,49	143,19	164,72	21,53
reihe					
30,00	4,62	111,32	145,94	163,57	17,63
30,15	—	106,91	141,68	164,36	22,68
30,57	—	110,92	146,11	166,63	20,52
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
31,13	—	111,20	146,95	169,67	22,72
31,36	—	111,71	147,65	170,89	23,20
—	—	—	—	—	—

Organismus Fett entstehe und bei reichlicher Ernährung mit Fleisch sogar zum Ansatz gelangen könne.

Seit dieser Zeit ist die Frage der Fettbildung aus Eiweiß nie ganz von der Tagesordnung verschwunden, namentlich aber hat vor einigen Jahren E. Pflüger die Versuche jener beiden Forscher einer eingehenden Kritik unterzogen und geglaubt, zu dem gerade entgegengesetzten Resultate gelangen zu müssen.

Er stellt u. a. den Satz auf: »Da nun aber von mir weiter bewiesen ist, daß kein C von dem sich zersetzenden Eiweiß zurückbleibt, während der N ausgeschieden wird, so ergibt sich, daß das Eiweiß, wenn es verbrennt, weder in Fett noch in Zucker verwandelt wird.«

Man kann nach meiner Meinung die tatsächlichen Verhältnisse bei einem fundamentalsten Stoffwechselvorgang nicht mehr auf den Kopf stellen, als es in diesen Worten geschieht. Versuche, die Herr Prof. Erwin Voit damals in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie mitteilte, widerlegen bereits mit aller Sicherheit die obige Pflügersche Anschauung. Bei diesen Versuchen waren alle Anforderungen erfüllt, die man

heutzutage an einen Stoffwechselversuch stellen kann. Das Resultat war eine beträchtliche Zurückhaltung von C aus dem zersetzten Eiweiß.«

Ein Beispiel aus den Versuchen Erwin Voits: [18] Ein 23 kg schwerer Hund wird einige Tage hindurch mit je 1500 gr. reinem, ausgewaschenem Fleisch gefüttert, erhielt dabei tgl. neben etwas Fett 367 gr. Eiweiß mit 60,0 N und 197,4 gr. C. Das Resultat der Fütterung zeigt sich aus folgenden Zahlen.

Tabelle I.

Geiwicht in kg	Temp. in C^0	N ausgeschieden	Eiw. zersetzt	Eiweiß	C ausgeschieden	Differenz	Fett
1. Tag 22,0	18,5	35,48	217	116,73	129,16	— 12,43	— 16
2. „ 22,3	17,8	48,98	300	161,14	148,61	+ 12,53	+ 16
3. „ 22,2	17,8	53,07	325	174,60	156,48	+ 18,12	+ 24

»Wie aus der Tabelle ersichtlich, steigt die Eiweißzersetzung mit jedem Tag und nähert sich rasch der eingeführten Menge. Doch ist am 3. Tage der Gleichgewichtszustand zwischen N-Einnahme und -Abgabe noch nicht erreicht.

Am 1. Tage deckt das zersetzte Einweiß noch nicht völlig den Energiebedarf des Hundes und werden neben 217 gr. Eiweiß noch 16 gr. Fett zerlegt. Aber schon am 2. Tage und ebenso am 3. lebt der Hund nur mehr von Eiweiß allein, dennoch bleibt an diesen beiden Tagen ein Teil des aus dem Eiweiß stammenden C im Körper zurück. Das beweist einmal die schon gebrachte Tatsache, daß der Organismus seinen Energiebedarf aus der Zersetzung des Eiweißes allein beziehen kann, und zweitens, daß bei Zufuhr überschüssigen Eiweißes eine N-freie C-Verbindung aus diesem sich abspaltet und im Körper sich anlagert. Was ist aber das für eine C-Verbindung? Es braucht nicht gerade Fett zu sein, es könnte z. B. auch Glykogen sein, das, wie die Versuche von Külz neuerdings wieder zeigen, aus dem Eiweiß sich bilden kann. Letzteres ist aber gerade nicht wahrscheinlich. Einmal ist die Glykogenmenge, welche bei Zufuhr selbst großer Mengen von Eiweiß und sehr lang fortgesetzter Fütterung im Körper gefunden wird, stets nur unbedeutend, in Max. 3,4 gr. pro kg Tier, während in diesem Versuche entsprechend 30,7 gr. C = 134 gr. Glykogen, d. h.

6,1 gr. pro kg Tier in nur 2 Tagen gebildet worden wären Der Haupteinwand gegen eine solche Annahme liegt aber in folgender Betrachtung:

Berechnet man den Energieverbrauch, welcher den angeführten Umsetzungen entspricht, so erhält man Tabelle II.

Die 1. Reihe gibt uns die kinetische Energie des zersetzten Eiweißes unter der Annahme, daß dasselbe auch vollständig zerlegt worden sei. Der wahre Energieverbrauch des Körpers ist aber kleiner, da eine C-haltige Gruppe aus dem Eiweiß sich abgespalten und im Körper zurückgeblieben ist. Nehmen wir einmal an, daß diese C-Verbindung Fett ist, so erhalten wir die 2. Reihe und damit durch Differenz dieser beiden in in der 3. Reihe den wahren Energieverbrauch des Körpers. Auffallend ist, daß derselbe zunimmt, trotz gleicher Nahrungszufuhr und sonst gleichen Versuchsbedingungen, und zwar entsprechend der Größe der Eiweißzersetzung, oder besser ausgedrückt, er nimmt zu mit der Größe des C-Ansatzes aus dem zersetzten Eiweiß. Wenn man nun den Energieverbrauch bei Hunger zu Grunde legt, so verhält sich diese Steigerung proportional dem aus dem Eiweiß angesetzten C. Dieselbe hängt also mit dem Prozesse zusammen, der mit der C-Ablagerung verknüpft ist.

Tabelle II.

	in Calorien		
	zersetztes Eiweiß	Fett angesetzt	Energieverbrauch des Körpers
2. Tag	1324	+ 154	1170
3. Tag	1435	+ 222	1213

Was bedeutet nun dies? Die Fettbildung aus dem Eiweiß ist sicher ein Reduktionsvorgang und deshalb mit einem Energieverbrauch verbunden. Es ist also die chem. Arbeit der Zelle, welche diesen Mehrverbrauch verursacht, und aus diesem Grunde wächst derselbe auch proportional dem aus Eiweiß neugebildeten Fett.

Im Gegensatz dazu beruht die Entstehung des Glykogens aus dem Eiweiß auf einem Oxydationsvorgange und geht wohl schwerlich mit einem Energieverbrauch einher. Dieser in unserem Versuche auftretende Energieverlust müßte aber noch bei weitem höher angenommen werden, wenn man sich den

C nicht als Fett sondern als Glykogen abgelagert denkt.

Ganz analoge Verhältnisse wie in unserem Fall zeigen sich auch bei der Fettbildung aus KH. Aus den Versuchen, die ich zusammen mit K. B. Lehmann angestellt habe, geht hervor, daß bei Zufuhr von überschüssigen Mengen KH die Zersetzung steigt, und zwar wieder proportional der Größe des C-Ansatzes. Diese Steigerung läßt sich auch hier ungezwungen auf den Energieverbrauch zurückführen, den dieser Reduktionsprozeß der Fettbildung aus KH beansprucht.«

»Aber selbst wenn wir annehmen, daß diese mit dem Eiweiß abgespaltene C-Verbindung, die in unserem Versuche im Körper zurückbleibt, Glykogen ist, wird damit trotzdem die Fettbildung aus Eiweiß bewiesen, da ja aus dem Glykogen Fett hervorzugehen vermag.« Soweit der Bericht Erwin Voits, auf den Cremer hinweist.

Cremer[3] hat eine Reihe von Respirationsversuchen gemacht, »welche die E. Voit'schen Versuche in höchst willkommener Weise ergänzen.«

Sein »Hauptversuch fand an einem Kater anfangs August 1896 statt. Derselbe hatte zuerst längere Zeit gehungert, dann eine längere Fleischfütterungsperiode durchgemacht, dann wieder gehungert.

Vom 31. Juli bis 8. August erhielt er tgl. 450 gr. Fleisch und wurde fortdauernd (abgesehen von der zur Wiederbeschickung der Barytröhren nötigen Zeit) im Respirationsapparat gehalten.

Das Resultat erhellt aus folgender kleinen Tabelle (Mittelzahlen des ganzen Versuchs) pro 24 Stdn:

N in Harn und Kot	C-Ausscheidg. i. Harn, Kot, Resp.	Fleisch-C aus Ges.-N-Ausscheidg. berechnet	C-Ansatz aus Eiweiß
13,0 g	7,5 1,4 25,4 = Sa 34,3	41,6	7,3

Für den C-Gehalt des fett- und glykogenfreien Fleisches wurde auf ein N nur 3,20 C angenommen.

Hätte Pflüger recht, so hätten wenigstens 41,6 gr. C erscheinen müssen. Das ist aber nicht der Fall. Im Mittel bleiben 17,5% des C des zersetzten fett- und glykogenfreien Fleisches im Körper zurück; da der C-Ansatz noch nicht wesentlich in den

letzten Versuchstagen geringer wurde, so ist anzunehmen, daß er auch noch weiter unvermindert fortbestanden hätte, wenn das Tier noch weiter gefressen hätte. Ich brach aber den Versuch ab und brachte das Tier behufs späterer Untersuchung unmittelbar nach der Tötung und Enthäutung in viel Alkohol. —

Der Gesamt-C-Ansatz in dieser Periode beträgt 58 gr. entsprechend etwa 130 gr. Glykogen. Diese Glykogenmenge konnte unmöglich in dem Tiere (Schlußgewicht 3,7 kg) angehäuft sein, und in der Tat ergab die Untersuchung desselben auf Glykogen und Zucker (alle reduzierende Substanz nach Moritz bestimmt und als Zucker in Rechnung gesetzt) höchstens einen Wert von 35 gr.«

Um Pflügers Einwände durch das Experiment zu widerlegen, hat Cremer 2 Jahre später erneut einen Versuch an einer Katze unternommen, der sich ununterbrochen über 8 Tage hinzog. Er schreibt: [4] »Ich gebe hier die Durchschnittszahlen für den 4.—10. Fütterungstag incl. (13.—20. Mai 1898). Der 4. 6. 8. 10. Versuchstag sind Respirationstage. Für die Zwischentage sind die betreffenden Tage für die Kohlensäure durch Interpolation gewonnen. Der Harn wurde durch Kathetrisieren abgegrenzt. Die Fleischmenge betrug am 1. Tage 350, am letzten 450 gr. Das Anfangsgewicht war 2329 gr., das Schlußgewicht (darmleer) 2900 gr.

24 stdg. N-Ausscheidg.		24 stdg. C-Ausscheidg.			Fleisch-C	C-Ansatz
Harn	Kot	Resp.	Harn	Kot		
11,0	0,2	23,7	6,2	1,3	35,7	4,5

Gesamt-C-Ansatz = 31,5 gr. aus fett- und glykogenfreiem Fleisch.« »Ich glaube also, daß meine Versuche einen vorzüglichen Beweis für die Lehre von der Fettbildung im Tierkörper aus zerfallendem Eiweiß bilden — —.«

Schon 1872 sind durch Franz Hoffmann [7] Versuche an Schmeißfliegen unternommen worden zur Beantwortung der Frage, ob Fett aus Eiweiß gebildet werden könne. Die Eier der Schmeißfliegen, deren Fettmenge bestimmt war, entwickelten sich in defibriniertem Blute mit bekanntem Fettgehalt zu Maden mit sehr ausgebildetem Fettkörper. [17]

Doch hatte sich in späteren Jahren die weitgehende Mangel-

haftigkeit der Methoden der Fettextraktion, die zu jener Zeit üblich waren, herausgestellt [19]. Sodann wurde von Pflüger [15] die Frage aufgeworfen, ob nicht das evtl. neu gebildete Fett außerhalb der Tiere durch Bakterien, die auf dem Blut wucherten, gebildet worden sein könnte.

Im Anschluß an diese früheren Versuche von Hoffmann »züchtete O. Frank Schmeißfliegen auf entfettetem Fleisch und konnte in den entwickelten Tieren reichliche Fettmengen nachweisen.« Doch hebt Frank selbst hervor [20], daß sein Versuch für die Bildung von Fett aus Eiweiß nicht beweisend ist.

»In neuerer Zeit hat Nishikata den Hoffmann'schen Fliegenmadenversuch mit verbesserter Methodik wiederholt und ebenfalls positive Ergebnisse erzielt.« [2]

Die bereits beschriebenen Versuche brachten ans Licht, daß die Stoffwechselsteigerung bei Eiweißzufuhr größer ist als bei irgend einer anderen Nahrung. Rubner nennt diesen Vorgang die »spezifisch-dynamische« Wirkung des Eiweißes. Über den Grund dieser Steigerung gingen die Meinungen sehr auseinander. Karl Voit und Erwin Voit (siehe pag. 9) glaubten, »daß es die chem. Arbeit der Zelle ist, welche diesen Mehrverbrauch verursacht.« Karl Voit [10] schreibt: »Die Masse und Leistungsfähigkeit der stofflich tätigen Zellen einerseits und die Qualität und Quantität des den Zellen zugeführten Verbrauchsmaterials andererseits, bestimmen demnach den Stoffumsatz; die Zellen vermögen aber nur bis zu einer gewissen äußersten Grənze tätig zu sein, über die hinaus auch bei weiterer Zufuhr nicht mehr zersetzt werden kann.« 20 Jahre später ist seine Meinung darüber folgende: [10] »Die hauptsächlichsten Änderungen im Stoffwechsel werden aber hervorgerufen durch die Verschiedenheiten in der Qualität und Quantität des Verbrauchsmaterials, welches den Zellen durch die Säftecirculation zugeführt wird. Es handelt sich dabei vorzüglich um die Menge des durch den Saftstrom dargebotenen Eiweißes, aber auch um die zugleich vorhandenen N-freien Stoffe.«

Die Hunde von Williams, Riche und Lusk, worauf ich im folgenden näher zu sprechen komme, zeigten eine Steigerung in der Wärmeerzeugung um 30 Kal. auf je 100 Kal., die das Eiweiß enthielt, das ihnen bei der Fütterung mit 1200 gr. Fleisch zu-

geführt wurde.

In den Jahren 1910—12 wurden von Williams, Riche und Lusk [21] Versuche unternommen, die »durch vergleichende Messung der Kalorienproduktion auf direktem und indirektem Wege« feststellten, »welchen Umwandlungen das verfütterte Eiweiß unterlag«. Ihre Versuche führten zu dem Ergebnis, daß eine den Kalorienbedarf überschießende Fleischfütterung nur die Glykogendepots auffülle. Die Versuche zeigten den stündlichen Stoffwechsel eines Hundes nach 1200 gr. Fleischnahrung. Der Hund wog 13,5 Kg. und wurde am Leben gehalten durch Gaben von 1200 und 700 gr. Fleisch abwechselnd jeden Tag. Wenn die größere Menge Fleisch geben wurde, [1] die rund 1200 Kal. enthielt, wurden tgl. 800 Kal. erzeugt, während der Hund ruhte. Das Eiweiß des Fleisches enthielt 900 Kal. Daraus folgt, daß das zugeführte Eiweiß allein schon mehr als genügte für den Lebensbedarf des Hundes. Wenn jedoch 700 gr. Fleisch gefüttert wurden, betrug die erzeugte Wärmemenge des ruhenden Hundes tgl. rund 700 Kal., das verabreichte Fleisch enthielt dieselbe Anzahl von Kal., während das Eiweiß nur 525 Kal. enthielt. Unter diesen letzteren Bedingungen würde man keine dauernde Glykogenretention erwarten, die vom Eiweißstoffwechsel dieses Hundes an einem Tage seiner gewöhnlichen Bewegung nach Verabreichung von 700 gr. Fleisch stammt. Die Bedingungen waren daher günstig für die Glykogenablagerung in der Leber im Anschluß an die 1200 gr. Fleischnahrung. Tatsächlich war während einer Zeitdauer von 14 Std. nach der Zuführung dieser großen Fleischmenge viel weniger C in der Atmung erschienen als dem Eiweißstoffwechsel in der Zeit entsprach, wie man durch die Bestimmung der N-Ausscheidung im Urin festgestellt hatte. Daß dieser C in Form von Zucker zurückgeblieben war, wurde dadurch bewiesen, daß die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs mit dieser Annahme übereinstimmte und daß die bei einer Zuckerretention errechnete Kalorienzahl mit der Kalorienzahl übereinstimmte, die mit dem Kalorimeter gemessen wurde.

In den Jahren 1919—22 wurde durch neuere Bilanzversuche von Atkinson, Rapport und Lusk endgültig die Fähigkeit des Organismus bewiesen, Eiweiß in Fett umzuwandeln. Diese

Forscher konnten zeigen, »daß bei fortgesetzter reichlicher Fleischfütterung neben KH-Ansatz auch Fettbildung eintritt, ja daß sehr große Fleischgaben unter Umständen eine ausschließliche Fettablagerung bewirken.«

Die Arbeit von Atkinson und Lusk [1]: Fettbildung.— Atkinson und Lusk führten eine lange Reihe von Versuchen aus, die darauf hinauszielten, die Qualität des im Organismus zurückgebliebenen Stoffes zu entdecken, wenn nach reicher Fleischfütterung beim Hunde der Gesamteiweißstoffwechsel weit größer war als nötig zur Kalorienerzeugung in dieser Zeit. Ein Überblick über diese Versuche wird in Tabelle I gegeben.

Es wird daran erinnert, daß, wenn das Fleischeiweiß im Körper verbrannt wird, der R. Qu. = 0,801.

Es ist aus der Tabelle ersichtlich, daß in 10 von 12 Versuchen der R. Qu. nach Fleischgaben, die zwischen 700 und 1300 gr. tgl. betragen, variiert zwischen 0,787 und 0,808, wie folgt:

Versuch-Nr.	31	48	54	47	46	55	30	34	32	51
R. Qu.	0,787	0,793	0,794	0,795	0,796	0,797	0,800	0,800	0,808	0,795
R. Qu. des zurückgehaltenen Stoffes	0,960	0,860	0,860	0,840	–	0,830	0,830	0,830	0,770	–

In Versuch 51 und 46 blieb kein Eiweiß-C zurück, wogegen in 6 dieser Versuche der C in solcher Form zurückgeblieben war, daß er im Fall einer Verbrennung R. Qu. zwischen 0,83 und 0,86 ergeben hätte. Das zeigt die Retention eines Stoffes an, der nur ungefähr die Hälfte seiner Kalorien in Fett enthält und die andere Hälfte in KH. Quantitativ ausgedrückt würde dies die Retention von annähernd 1 gr. Fett auf je 2 gr. KH anzeigen. Nur nach enorm reicher Fleischfütterung — 1100 und 1300 gr. — zeigte sich die Umwandlung von Eiweiß in Fett als der dominierende Vorgang im Prozeß. Siehe unten:

Versuch Nr.	33 a	33 b	56
R. Qu.	0,831	0,843	0,826
R. Qu. des zurückgehaltenen Stoffes	0,680	0,490	0,710

Da der R. Qu. beim Fett 0,707 beträgt, führten die obigen Ergebnisse zu dem Schluß, daß bei extremer Fleischfütterung

beim Hunde der zurückgebliebene Stoff unter günstigen Umständen als Fett deponiert werden könnte. Während der Versuchszeit wurden 12 Alkohol-Versuche gemacht. Der Durchschnitt aller R. Qu. betrug 0,668 (Theorie: 0,667) und die erlangte Wärme war 0,3% größer als die Wärme, die rechnerisch bei der Verbrennung des Alkohols erreichbar war. D. h. also, daß Alkohol auch bei reichlicher Überfütterung mit Fleisch, bei gleichzeitiger Spaltung von Glykogen oder Fett, vollständig verbrennt; es zeigt keine »spezifisch-dynamische« Wirkung. Der Umsatz war in den Alkoholversuchen nur um 0,3% erhöht. Die gesamte tgl. C-Retention berechnet aus dem Eiweißstoffwechsel (gemessen nach dem N im Urin) und das während dieser Zeit ausgeatmete Co_2 stehen in keiner Beziehung zu der gesamten Kalorienerzeugung, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist.

Versuch Nr.	55	47	34	30	48	54	56	33a	31	32
zurückgehaltener Eiweiß-C, gr.	0,91	0,77	0,70	0,66	0,61	0,59	0,59	0,56	0,48	0,32
Stoffw.-Kal.	32	29,9	34	31,5	29,4	31,1	31,6	31,7	34,3	34,9

Es ist allbekannt, daß die Zuckerablagerung die Wärmeerzeugung nicht vermehrt. In den Versuchen 33a und 56, in denen das Fett der einzige abgelagerte Stoff zu sein schien, war die Kalorienerzeugung nicht größer als in den Versuchen 55, 47, 30, 48, 54 und 31, wo Fett und Zucker zu ungefähr gleichen kalorischen Werten deponiert waren.

Es ist daraus ersichtlich, daß die spz.-dynamische Wirkung des Eiweißes nichts mit der Bildung oder Ablagerung von Glykogen oder Fett zu tun hat.

Grundumsatz und »Vorratseiweiß« ist jene Menge Eiweiß, die nach überreichlicher Eiweißnahrung im Körper zurückbleibt und allmählich aus den Zellen, in denen sie aufgespeichert ist, verschwindet, nachdem die reiche Eiweißkost aufhört. Geschichtlich ist es dasselbe, wie Voits's »zirculierendes Eiweiß«. Benedict, Miles, Roth und Smith seien[1] die ersten, die den Verlust des »Vorratseiweißes« — das sie »surplus cellular nitrogen« nannten — in Verbindung gebracht hätten mit einer Reduktion im Gesamtstoffwechsel des Menschen (1919), während in Wirklichkeit E. Voit (siehe pag. 9) uns schon 1892 darüber berichtet.

Siehe Tabellen I und II.

Tabelle I Wirkung der Fleischfütterung

Versuch Nr.	Datum 1919	Nahrung	Std. Zahl	N im Harn gr.	R. Qu.	Calorien indirekt	Calorien direkt
27	6. 2.	Grundstoffwechsel	2	0,15	0,840	15,92	16,08
30	18. 2.	Fleisch: 800 gr.	3	1,46	0,800	31,47	32,75
31	19. 2.	„ : 900 gr.	3	1,47	0,787	34,33	34,14
32	20. 2.	„ : 1000 gr.	4	1,46	0,808	34,90	35,87
33	21. 2.	„ : 1100 gr.	2a	1,45	0,831	31,65	31,36
			2b	1,45	0,843	35,28	34,54
	22. 2.	„ : 700 gr.					
	23. 3.	„ : 700 gr.					
34	24. 2.	„ : 1080 gr.x	2	1,57	0,800	34,00	34,12
35	26. 2.	Grundstoffwechsel	3	0,27	0,820	19,74	19,59
36	27. 2.	„	3	0,20	0,830	18,25	17,16
37	28. 2.	„	2	0,17	0,850	17,30	16,95
38	1. 3.	„	2	0,15	0,820	18,21	(18,21)
39	3. 3.	„	3	0,15	0,850	17,57	17,22
43	12. 3.	„	2	0,15	0,810	17,08	16,99
46	17. 3.	Fleisch: 1200 gr.	3	1,02	0,796	26,57	28,10
47	18. 3.	„ : 800 gr.	3	1,44	0,795	29,90	30,77
48	19. 3.	„ : 800 gr.	4	1,35	0,793	29,37	30,27
49	22. 3.	Grundstoffwechsel	2	0,23	0,790	17,72	17,54
50	24. 3.	„	2	0,16	0,840	17,26	16,87
51	28. 3.	Fleisch: 800 gr.	4	1,02	0,795	27,04	27,52
54	15. 4.	„ : 800 gr.	4	1,41	0,794	31,07	30,57
55	16. 4.	„ : 1000 gr.	4	1,58	0,797	31,97	31,98
56	19. 4.	„ : 1300 gr.	4	1,47	0,826	31,62	33,25
Gesamt						568,22	571,85

× Standart-Kost um 5 p. m. und von da an täglich bis 15. März.

Abgelagerter C gr.	R. Qu. d. abgelagerten Stoffes	Stunden nach der Fütterung
		(Gewicht = 11,24 Kg.)
+ 0,66	0,83	4, 5, 6
+ 0,48	0,96	4, 5, 6
+ 0,32	0,77	4, 5, 7
+ 0,56	0,68	4, 5
+ 0,25	0,49	6, 7
+ 0,70	0,83	4, 5
		(Gewicht = 12,07 Kg.)
		(Gewicht = 11,50 Kg.)
O		5, 6, 7 nach 1 = täg. Fasten
+ 0,77	0,84	5, 6, 7
+ 0,61	0,86	5 — 8
		5 — 8 nach 4 = täg. Fasten
+ 0,59	0,86	5 — 8
+ 0,91	0,83	5 — 8
+ 0,59	0,71	5 — 8 nach 1 = täg. Fasten

Tabelle II. Die Wirkung der Fleischfütterung

Datum	Versuch Nr.	Zeit	CO_2 gr.	O_2 gr.	R. Qu.	H_2O gr.	N im Harn gr.	Nicht-Eiweiß CO_2 gr.	Nicht-Eiweiß O_2 gr.	Nicht-Eiweiß R. Qu.
1920	80	12.24-1.28	6,70	7,34	0,664	4,84				
26. 3.		1.28-2.28	6,16	6,70	0,669	4,24				
					0,667					
14. 4.	68	12.48-1.48	4,93	4,17	0,860	7,48	0,103			0,875
Hund XVIII		1.48-2.48	4,80	4,28	0,816	6,76	0,103			0,819
17. 4.	70	12.40-1.40	10,10	5,14	0,842	11,83	1,440	-3,36	-3,45	0,708
Hund XVIII		1.40-2.40	10,45	5,32	0,845	11,94	1,440	-3,01	-3,18	0,688
		2.40-3.40	10,56	5,38	0,845	160,9	1,440	-2,90	-3,08	0,685
					0,844					0,694
19. 4	81	3.04-4.04	6,45	7,03	0,667	4,57				
		4.04-4.44	4,46	4,80	0,676	3,06				
					0,670					
1922	141	1.41-2.41	8,17	8,95	0,664	6,14				
6. 3.		2.41-3.41	8,09	8,93	0,659	5,87				
		3.41-4.41	8,01	8,75	0,666	5,78				
					0,663					
8. 3.	142	11.26-12.26	8,33	8,98	0,674	6,12				
		12.26-1.26	8,27	9,21	0,653	5,94				
					0,664					
8. 3.	75	2.50-3.50	11,54	10,36	0,810	13,86	1,80	-5,32	-4,88	0,786
Hund XIX		3.50-4.50	11,73	9,97	0,856	13,19	1,80	-5,13	-5,27	0,708
					0,833					0,749
11. 3.	144	10.21-11.21	7,75	8,53	0,661	5,97				
		11.21-12.21	7,66	8,41	0,662	5,65				
					0,662					
11. 3.	77	1.54-2.54	12,85	10,92	0,856	22,65	1,803	-4,01	-4,32	0,675
		2.54-3.54	13,40	11,65	0,837	19,85	1,803	-3,46	-3,59	0,701
					0,846					0,687
15. 3.	145	11.34-12.34	7,63	8,30	0,669	5,67				
		12.34-1.34	7,31	8,16	0,652	5,42				
					0,660					

x Calorimeter kalt

Calorien				Körp. Temp.		Morgen-	Verhalt.	Nahrung
Ei- weiß	Nicht- eiweiß	in- direkt	direkt	An- fang	Ende	gewicht Kgr.	des Hundes	
		24,81	24,50					
		22,84	21,95					
		47,65	46,45					
2,73	11,31	14,04	12,76	37,81		8,57	ruhig	Grundstoffw.
2,73	11,52	14,25	14,31		37,45		„	
		28,29	27,07					
38,17	-11,32	26,85	27,52				ruhig	1000 gr. Fleisch um 8.33 a. m. 3. Tag mit derselben Kost. Auch 100 gr. Biskuitmehl um 5 p. m. an den 2 vorhergehend. Tg.
38,17	-10,43	27,74	29,07				„	
38,17	-10,10	28,07	28,73		38,48		„	
		82,66	85,32					
		23,86	23,47					
		16,51	16,12					
		40,37	39,59					
		30,26	30,24					
		29,97	29,76					
		29,68	29,95					
		89,91	89,95					
		30,85	32,66					
		30,63	31,75					
		61,48	64,41					
47,80	-16,36	31,44	30,89	38,72			ruhig	1000 gr. Fleisch um 9 a. m. 3. Tag m. ders. Kost. Standartkost wurde auch beständig um 5 p. m. gegeben.
47,80	-17,30	30,50	33,42		38,65		„	
		61,94	64,31					
		28,74	26,65x					
		28,37	27,78					
		57,11	54,43					
		33,63	36,47	39,04			ruhig	1000 gr. Fleisch um 9 a. m. 6. Tag m. gleicher Kost um 9 a. m., mit Standartkost auch täglich um 5 p. m.
		36,02	36,44		38,76	13,0	„	
		69,65	72,91					
		28,23	26,93					
		27,06	26,65					
		55,29	53,58					

In Tabelle I wird festgestellt, daß der Grundumsatz eines Hundes, auf gewöhnliche »Standartkost« gesetzt, (100 gr. Fleisch, 100 gr. Biskuit-Mehl, 20 — 30 gr. Speck) 16 Kal./Std. betrug. Nach acht-tägiger ausschließlicher Fleischfütterung wurde die »Standartkost« wiederholt, 18 Std. nach dieser 2. Zufuhr der »Standartkost« betrug der Grundumsatz 19,7 Kal. und an den darauffolgenden Tagen wurden Werte von 18,3, 17,3, 18,2 und 17,6 Kal. gemessen. Sogar nach 2 ½ Wochen betrug der Grundumsatz 17,08 Kal., beharrte also auf einem höheren Niveau als vor der Fleischfütterung.

Die Versuche von Rapport und Lusk.

Das Problem der Fettbildung aus Eiweiß schien bedeutend genug zu sein, um es mit größter Sorgfalt zu verfolgen und zwar dahin, was die genaueste Bestimmung der einzelnen R. Qu. nach Fleischfütterung betrifft.

Noch ein Verfahren wurde dieser Versuchsreihe hinzugefügt. Die Standartkost, die 70 gr. Stärke enthielt, wurde jeden Abend um 5 Uhr p. m. gegeben, um die Glykogenspeicher des Körpers zu füllen. Das Fleisch wurde am frühen Morgen gegeben. Die genauen Daten findet man in Tabelle II. Die Genauigkeit der Versuche kann nach folgender Tabelle ermessen werden:

Datum		R. Qu.	R. Qu. des zurückgehaltenen Materials
1920			
26. 3.	Alkohol-Versuch	0,667	—
17. 4.	Fleisch-Fütterung	0,844	0,694
19. 4.	Alkohol-Versuch	0,670	—
1922			
6. 3.	Alkohol-Versuch	0,663	—
8. 3.			
a. m.	Alkohol-Versuch	0,664	
p. m.	Fleisch-Fütterung	0,833	0,749
11. 3.			
a. m.	Alkohol-Versuch	0,662	
p. m.	Fleisch-Fütterung	0,846	0,687
15. 3.	Alkohol-Versuch	0,660	

Wenn Eiweiß in Fett umgewandelt wird, müssen zwei Bedingungen erfüllt werden:

a) Der R. Qu. muß höher sein als beim Eiweiß selbst.
b) Eiweiß-C muß im Körper zurückgehalten werden.

Der N im Urin ist gewöhnlich höher beim Hund, wenn das Tier stdl. katheterisiert wird, als wenn er sich in der Blase ansammelt, während das Tier im Kalorimeter ist. Als wahren Index beim Eiweißstoffwechsel berechnet man das Niveau, zu dem der Urin-N ansteigt, wenn der Urin stdl. fraktioniert wird an einem Tag, an dem der Hund dieselbe Kost bekommt, nur nicht im Kalorimeter ist.

Die Rechnungsmethode, die angewandt wurde 5 Std. nach Fütterung des Hundes XVIII mit 1000 gr. Fleisch, wird all die anderen Experimente erklären.

Versuch 68

Urin-N = 1,44 gr.	CO_2	O_2	Kal.
1.44 gr. N entsprechen .	13,46 gr.	12,17 gr.	38,17
Respiration	10,10 „	8,72 „	—
	3,36	3,45	11,32
Kalorien indirekt			26,85

R. Qu. des Depots = 0,708
Wert des deponierten Fettes = 11,32 Kal.
Kal. (indirekt) = 26,85
Kal. (direkt) = 27,52

C im Körper zurückgehalten = 0,92 gr. { = 1,2 gr. Fett / = 2,3 gr. Glukose (8,63 Kal.)

Kalorien, wenn C als Glykogen zurückgehalten worden wäre = 29,54.

Die R. Qu. und die direkt gemessene Wärme bestätigen die Annahme, daß der C in Form von Fett und nicht als Glykogen abgelagert worden war.

Wenn man diese Rechnungsmethode anwendet, um die durchschnittliche Wärmeproduktion einer Stunde für die drei Versuchsreihen zu bestimmen, erhält man Tabelle III.

Berechnet man die Sauerstoff-Aufnahme nach der bereits aufgeführten Methode der indirekten Kalorienmessung, so sieht man daraus, daß die berechnete Wärmeerzeugung fast die gleiche ist, als wenn die Berechnung auf der Annahme fußt,

daß der zurückgehaltene C in Form von Fett abgelagert worden ist (1 gr. C als Fett zurückgehalten = 12,31 Kal.).

Die direkte und indirekte Kal.-Messung stimmt nicht so genau überein, wie man es wünschen sollte, obwohl in dieser Hinsicht die Alkohol-Versuche durchschnittlich bis auf 1% übereinstimmen. Die berechneten Kal. ergeben 3,8% weniger als die gefundenen. Wenn man jedoch die C-Retention in Form von Glykogen annähme, dann wäre die errechnete Wärme 6,3% höher als die direkt gemessene. Diese Erwägungen begünstigen also die Idee der Retention eines Stoffes in Form von Fett.

Tabelle III

Direkte und indirekte Kalorienmessung in Abständen von 1 Stunde nach der Fütterung mit 1000 gr. Fleisch.

Versuch Nr.		N im Harn gr.	Eiw. C im Körper	Calorien direkt	indirekt	C deponiert als Fett	C deponiert als KH
Hund XVIII	68	1,44	0,84	28,44	27,55	27,83	30,30
Hund XIX	75	1,80	1,40	32,16	30,97	30,51	34,57
	77	1,80	1,02	36,46	34,83	35,25	38,29
Total				97,06	93,55	93,59	103,16

Hier, wie in der ersten Versuchsreihe, ist die Höhe des Stoffwechsels nicht proportional der Menge des zurückgehaltenen Eiweiß-C. Im Versuch 77 hat hohe Feuchtigkeit im Kalorimeter wahrscheinlich vermehrte Respiration und dadurch vermehrten Stoffwechsel hervorgerufen.

Diese Versuche nach einer neuen Methode fügen ein weiteres Glied in die Kette des Beweises, daß Eiweiß in Fett umgewandelt werden kann. Es muß allerdings daran erinnert werden, daß die Bedingungen, unter denen diese Ergebnisse erzielt wurden, von normalen Ernährungsbedingungen weit abweichen. Die Tiere wurden auf einem Ernährungsniveau gehalten, das die Glykogenspeicher füllen mußte, es wurden ihnen solche Mengen Fleisch gegeben, als sie mit bestem Willen verzehren konnten, und sie waren in einem Kalorimeter eingesperrt, in dem sie sich völlig ruhig verhalten mußten bei

einer Außentemperatur von 25 Grad Cels. Unter diesen Umständen fanden Fragmente des Eiweißstoffwechsels, die normalerweise oxydiert oder in Glukose umgewandelt und als Glykogen abgelagert worden wären, keinen anderen Ausweg, als sich in Fett umzuwandeln. Bei natürlicher Kost würden diese Bedingungen nicht da sein.

Zusammenfassung:

1. Wenn die Glykogenspeicherung im Körper gering ist, ergibt sich daraus, daß das in großer Menge zugeführte Fleisch als Glykogen deponiert wird.
2. Andauernde Fütterung von viel Fleisch verursacht die Retention eines Stoffes im Körper, der teils aus Glykogen und teils aus Fett besteht. Nur wenn Fleisch in übergroßer Menge gegeben wird, wird Fett allein zurückgehalten.
3. Wenn eine KH-Nahrung am Abend gegeben wird und 1000 gr. Fleisch am Morgen, zeigt der R. Qu., während die Eiweißverdauung auf ihrer Höhe ist, eine Bildung von Fett aus Eiweiß an.
4. Verfolgen wir die lang andauernde Zufuhr von Fleisch in großen Mengen, welche die Retention von »Vorratseiweiß« veranlaßt, dann steigt der Grundumsatz von einer früheren Stufe von 16 Kal./Std. zu einer von 19,7, das bedeutet eine Zunahme von 23%; von dieser Stufe fällt er langsam wieder unter allmählicher Verbrennung des »Vorratseiweißes«.

Über Fettleber bei Eiweißfütterung haben Maignon, F. u. L. Jung Versuche an weißen Ratten unternommen. Hierüber lesen wir in »Berichte über die ges. Physiologie 1923«: 9 In Erweiterung früherer Untersuchungen wird festgestellt, daß besonders bei Caseïn-Fütterung, viel schwächer bei solcher mit Fibrin, schon nach wenigen Tagen eine meist großtropfige Fetteinlagerung in den Leberzellen statt hat, unter dem Bilde einer typischen Fettleber von erheblicher Schwere mit abgerundeten Kanten. Aus der primär periportalen Lagerung wird auf die direkte Einfuhr mit dem Pfortaderblut geschlossen. Die Verfettung beruht also auf Verdauungsprodukten, sie entsteht auf Kosten des eingeführten Proteins, trotz der erheblichen Ab-

magerung, die sich allmählich bis zum Tode der Tiere zunehmend, entwickelt.

Mit dem Jahre 1922 hört die Forschung über Fettbildung aus Eiweiß im Organismus auf, wenigstens finden wir keine Literaturangaben darüber. Immerhin ist aber durch die positiven Ergebnisse der Untersuchungen von Atkinson, Rapport und Lusk »wohl endgültig bewiesen, daß der Organismus Fett aus Eiweiß bilden kann, und die Tatsache, daß diese Umwandlung erst nach völliger Auffüllung der Glykogendepots vor sich geht, wird wohl zwanglos dadurch erklärt, daß gerade der Anteil der glukoplastischen Aminosäuren auch am leichtesten in Fett umgewandelt werden kann.«

Zum Schluße meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Hahn für die freundliche Überlassung des Themas und die gütigen Ratschläge bei der Durchführung der Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

Lebenslauf.

Ich wurde am 27. September 1913 zu Hettenleidelheim (Pfalz) als Tochter des Ingenieurs und Betriebsführers Peter Schwalb und seiner Ehefrau Else, geb. Jennewein, beide arischer Abstammung, geboren. Nach dem Besuch der ersten vier Volksschulklassen in Hettenleidelheim trat ich Ostern 1924 in das staatlich anerkannte Mädchenlyzeum zu Boppard a. Rh. ein. Ab Ostern 1930 besuchte ich das städt. Mädchenrealgymnasium zu Ludwigshafen a. Rh., wo ich am 6. April 1933 das Reifezeugnis erhielt.

Ich studierte die ersten 5 Semester in München (S. S. 1933 mit S. S. 1935). Im Mai 1934 bestand ich daselbst den I. Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung und im Juni 1935 den II. Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung. Im Wintersemester 1935/36 war ich an der Universität Freiburg i. Br. eingeschrieben und im darauffolgenden Sommersemester 1936 an der Universität Kiel. Die restlichen 4 Semester (Wintersemester 1936/37 mit Sommersemester 1938) belegte ich wieder an der Universität München, wo ich im Herbst 1938 das medizinische Staatsexamen ablegte.

München, den 2. Dezember 1938.

Anneliese Schwalb.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent:

Professor Dr. Broemser

Tag der mündlichen Prüfung:

19. Dezember 1938.